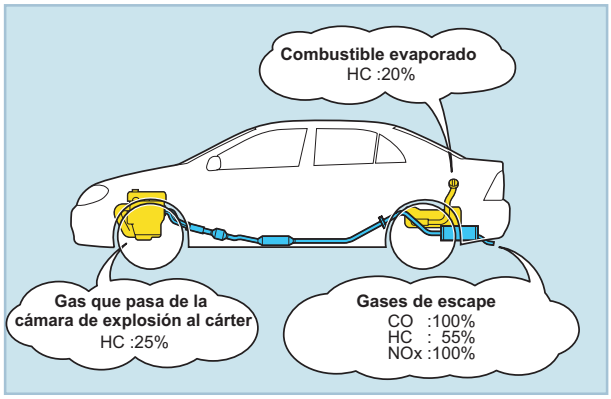
Gases nocivos producidos por los automóviles



Descripción

1. ¿En qué consiste el sistema de control de las emisiones?

El sistema de control de emisiones reduce las emisiones de los automóviles que son dañinas para el medio ambiente y el ser humano.

2. ¿Qué son las emisiones?

El término emisión de gas representa el combustible que se evapora del depósito de combustible y los gases que pasan de la cámara de explosión al cárter; éstos circulan entre el pistón y la pared del cilindro, incluido el gas de escape.
La emisión de gases es dañina para el medio ambiente y el ser humano porque incluye sustancias peligrosas como el CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarbono) y NOx (óxidos nítricos).
Los vehículos equipados con motores diesel emiten también, además de los gases CO, HC y NOx, partículas de carbono que afectan también al medio ambiente y al ser humano.

(1) CO (monóxido de carbono)

- El CO se genera cuando hay una cantidad insuficiente de oxígeno en la cámara de combustión (combustión incompleta).
  2C (carbón) + O_2 (oxígeno) → 2CO (monóxido de carbono)
- Cuando el cuerpo humano inhala CO, éste se disuelve en la sangre y se detiene la capacidad de repartir oxígeno que tiene la sangre. Si se respiran grandes cantidades de CO, se provoca la muerte.

(2) HC (hidrocarbono)

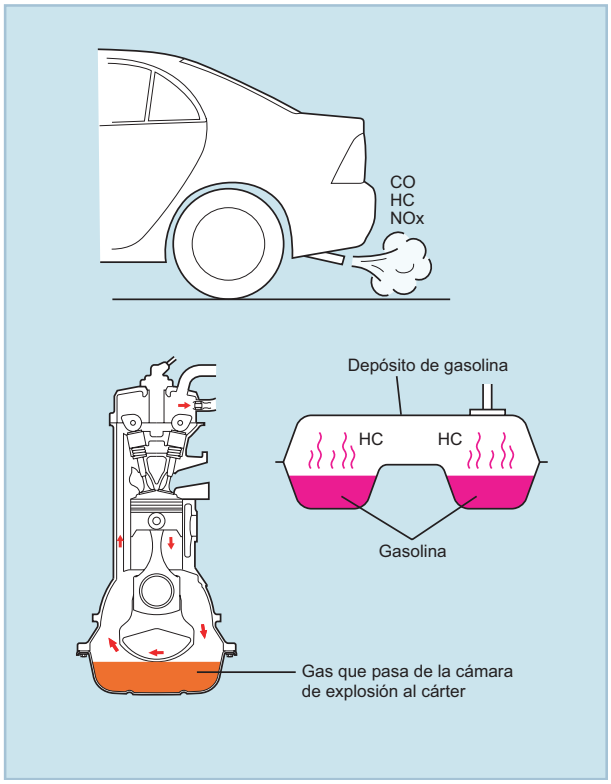
- El HC se genera a causa de una combustión incompleta, de la misma forma que el CO. Se genera también el HC en los siguientes casos:
  <1>Cuando la temperatura de la zona de extinción de los electrodos es baja, no alcanza la temperatura de combustión.
  <2>El gas de admisión circula a través de esta zona cuando se superpone la sincronización de válvulas.
  Cuanto más rica sea la mezcla de aire-combustible, más HC se genera. Cuanto más pobre sea, menos HC se genera.
  La cantidad de HC generada aumenta porque no se puede quemar cuando la mezcla de aire-combustible es demasiado pobre.
- Si el cuerpo humano inhala HC, éste se convierte en un agente cancerígeno. Genera también humo fotoquímico.

©2003 TOYOTA MOTOR CORPORATION Todos los derechos reservados.

(3) NOx (óxidos nítricos)

- El NOx se genera mediante el nitrógeno y el oxígeno existentes en el aire de la mezcla de aire-combustible cuando la temperatura de la cámara de combustión supera los 1.800 °C. Cuanto más aumente la temperatura de combustión, más NOx se genera.
  Cuando la mezcla de aire-combustible es pobre, se genera más NOx porque la tasa de oxígeno de la mezcla aire-combustible es demasiado alta.
  Por ello, el NOx se genera de acuerdo con dos factores, la temperatura de combustión y la concentración de oxígeno.
  N_2 (nitrógeno) + O_2 (oxígeno) → 2NO (NO, NO_2 o N_2O... NOx)
  Si el cuerpo humano inhala NOx, irrita la nariz y la garganta. Genera también humo fotoquímico.

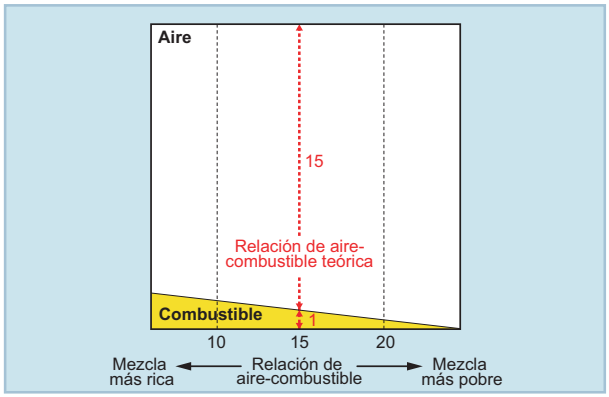
(1/2)



1. **Gases de escape**
   El tubo de escape emite el gas de escape.
   En teoría, sólo se generan CO_2 (dióxido de carbono) y H_2O (vapor) en la combustión de la gasolina.
   Sin embargo, todo el conjunto de la gasolina no reacciona de acuerdo con la teoría química debido a factores como la relación de aire-combustible, el N_2 (nitrógeno) de la atmósfera, la temperatura de combustión, la duración de la combustión, etc.
   De este modo se generan sustancias peligrosas como CO, HC o NOx.
2. **Combustible evaporado**
   El combustible evaporado se emite en la atmósfera cuando el combustible se evapora del depósito de combustible, del carburador, etc. Su componente principal es el HC.
3. **Gas que pasa de la cámara de explosión al cárter**
   El gas que pasa de la cámara de explosión al cárter circula desde el hueco entre los pistones y la pared del cilindro hasta llegar al cárter.
   Se compone principalmente del combustible del gas que no se ha quemado (HC).

(2/2)

Principio de producción de los gases de escape



Relación de aire-combustible teórica

La relación de aire-combustible teórica representa la tasa de la cantidad mínima de aire y de combustible (que contiene oxígeno) que se necesita para la completa combustión del combustible.
La gasolina se compone de una mezcla de varios tipos de hidrocarburos de los que el más predominante es el octano (C8H18).

$$2C8H18 + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$$

Para que 1 g de octano genere agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2) en la combustión, se necesitan 15 g de aire.
El combustible no se compone de octano puro en realidad, pero se compone de una mezcla de octano y de varios HCs. Por ello, la relación de aire-combustible teórica es de 14,7.

(1/1)

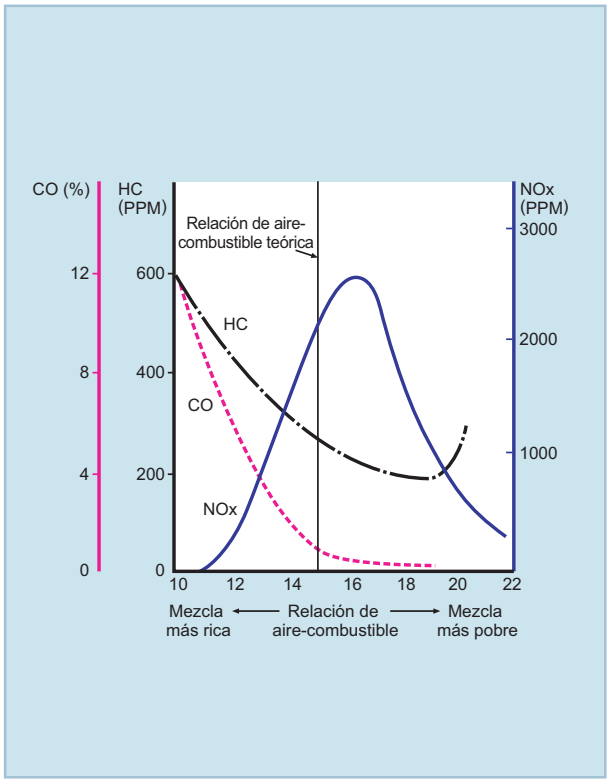


Gráfico que muestra la generación de CO/HC/NOx

El gráfico de la izquierda muestra la relación de aire-combustible y la cantidad de CO/HC/NOx que se genera.

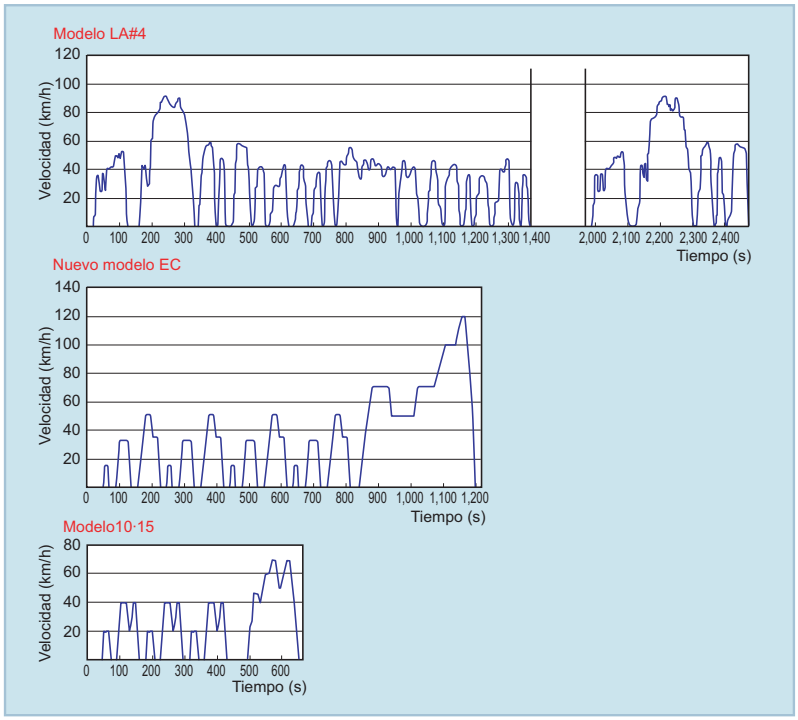
1. **Mezcla más rica**
   CO/HC: Aumenta
   NOx: Disminuye
2. **Mezcla más pobre**
   CO: Disminuye
   HC: Disminuye
   Aumenta, no obstante, debido al fallo de encendido cuando la relación de aire-combustible es demasiado pobre.
   NOx: la cantidad que se genera es superior cuando la relación de aire-combustible es ligeramente más pobre que la mezcla de aire-combustible teórica. Cuando la tasa se vuelve incluso más pobre, la cantidad disminuye debido a la bajada de la temperatura de combustión.
   Las cantidades de CO/HC/NOx que se generan aumentan bajo las siguientes condiciones, exceptuando el gráfico de la izquierda.
3. **Mientras el motor está frío**
   Las cantidades de CO/HC generadas aumentan porque se suministra una mezcla de aire-combustible rica.
4. **Con una carga pesada**
   La emisión de gas aumenta porque aumentan tanto el combustible como el aire.
   - Las cantidades de CO/HC generadas aumentan porque se suministra una mezcla de aire-combustible rica.
   - Las cantidades de NOx generadas aumentan porque aumenta la temperatura de combustión.

OBSERVACIÓN:

PPM: abreviatura de partes por millón. Se utiliza como unidad para indicar la concentración o el contenido.

(1/1)

Normativas de emisión



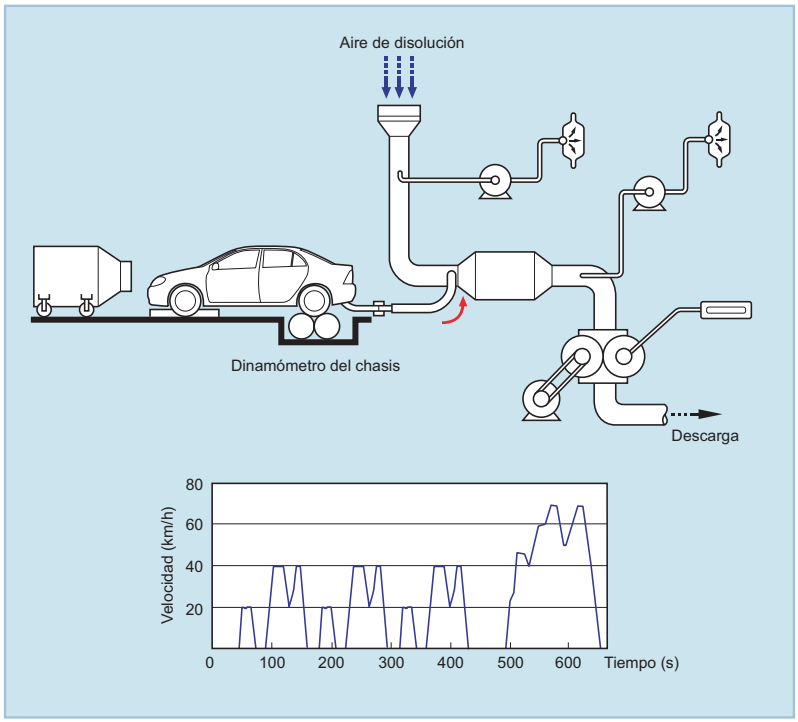
Descripción

Normativas de control de las emisiones

En la actualidad existen varias normativas en la mayoría de los países para evitar que se contamine el aire con las emisiones de gases. Se denominan normativas sobre emisiones. El método de medida o los valores estándar dependen del país. Las diferencias de los modos de medición representativos se describen a continuación.

- **EE.UU. (modelo LA nº. 4)**
  Simula el arquetipo de conducción compleja en la periferia de Los Ángeles. Este modo se acerca a las condiciones reales de conducción de automóviles.
- **UE (nuevo modelo EC)**
  Este modelo de conducción se ha añadido al de la conducción simulada en autopistas para el que el NOx tiene las normativas más estrictas.
- **JAPÓN (modelo 10·15)**
  Simula la conducción de automóviles dentro de la ciudad con las señales de tráfico.

(1/2)



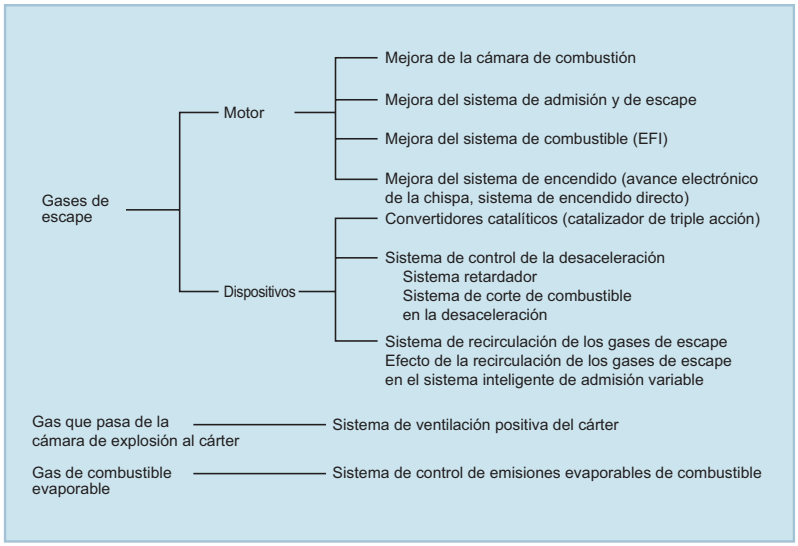
Medición de la concentración y peso total

Existen dos métodos para medir el gas de emisión.

- **Medición de la concentración**
  Mide cuál es el porcentaje de CO/HC/NOx incluido en el gas de emisión para medir su concentración.
- **Medición del peso total**
  Para medir el peso total, se simula la conducción real, como en la ilustración, y se mide la cantidad de CO/HC/NOx que se ha emitido durante la prueba.
  En los últimos años, la medición del peso total se ha convertido en el método principal.
  La cantidad de gases peligrosos que un vehículo genera es más importante que el porcentaje de gases peligrosos.

(2/2)

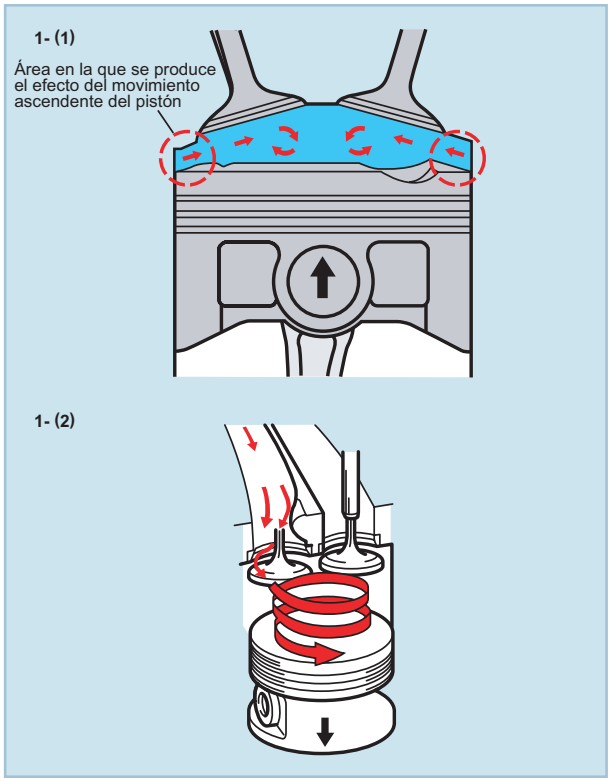
Sistema de control de emisiones



Descripción

Se necesita un alto nivel de tecnología para garantizar que el peso total de estas sustancias (CO, HC y NOx) en las emisiones son conformes con las normativas sobre emisiones.
Es necesario reducir estas substancias en los vehículos reales, pero a la vez es necesario que los dispositivos de los vehículos cumplan con los estándares en término de vida útil, fiabilidad, seguridad y consumo de combustible.
Las contramedidas de purificación de las emisiones se enumeran en la tabla de la izquierda, pero los dispositivos son diferentes en función del país así como la normativa sobre las emisiones.

(1/1)



Mejora del motor

El motor se ha mejorado significativamente para evitar que la potencia del motor y la tasa de consumo de combustible empeoren con el paso del tiempo, evitándose así la generación de gas peligroso en la medida de lo posible. Los siguientes elementos no se utilizan en todos los tipos de motores, sin embargo, se utiliza el elemento más adecuado para cada motor.

1. **Construcción de la cámara de combustión y mejora del sistema de admisión de aire**

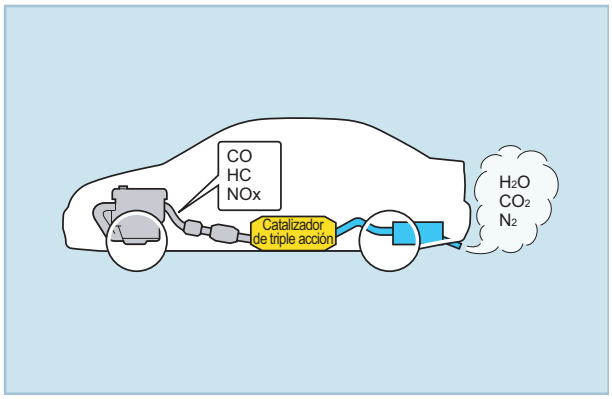
(1) Adopción de un área en la que se produce el efecto del movimiento ascendente del pistón
El área en la que se produce el efecto del movimiento ascendente del pistón en la cámara de combustión genera fuertes turbulencias que se inician con el final de la carrera de compresión en la carrera de combustión. Esta turbulencia aumenta la velocidad de combustión y quema la mezcla aire-combustible totalmente, así como disminuye el CO y HC.

(2) Generación de la turbulencia
La lumbrera de admisión curvada permite que la mezcla de aire-combustible que circula durante la carrera de admisión forme la turbulencia adecuada hacia el lado exterior de la cámara de combustión.
Esta turbulencia continúa desde la carrera de compresión hasta la carrera de combustión y proporciona el mismo efecto que el área en la que se produce el movimiento ascendente del pistón.

2. **Adopción del sistema EFI, avance electrónico de la chispa y el encendido directo**

La adopción del sistema EFI (inyección electrónica de combustible) permite que la mezcla aire-combustible se queme completamente y disminuye el gas de escape. El sistema EFI realiza siempre la mezcla de aire-combustible adecuada mientras el avance electrónico de la chispa y el sistema de encendido directo regulan con precisión el encendido en función de las condiciones de conducción.

(1/1)



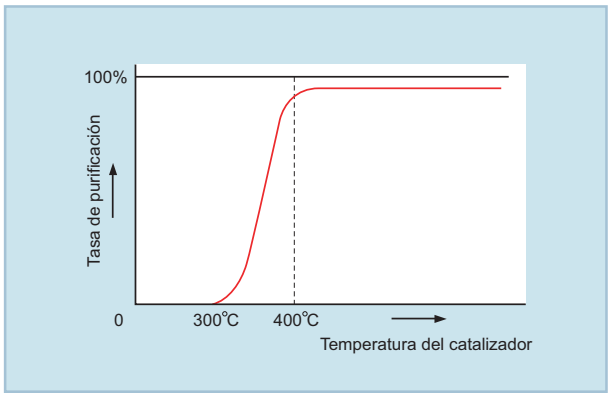
Convertidores catalíticos

1. Introducción

Los convertidores catalíticos hacen que las sustancias peligrosas (CO, HC y NOx) reaccionen químicamente con las sustancias inofensivas (H_2O, CO_2, N_2) en función del gas de emisión.
Por lo general se utilizan catalizadores de platino, de paladio, de iridio y de rodio para los automóviles.

(1) Tipos de catalizadores

- Catalizador de oxidación: Oxida el HC o CO y genera H_2O o CO_2 no contaminantes.
- Catalizador de desoxidación: Extrae el oxígeno del NOx y genera N_2 no contaminante.
- Catalizador de oxidación / desoxidación: Lleva a cabo las dos funciones anteriores a la vez.
  (Los catalizadores de oxidación / desoxidación para automóviles se denominan catalizadores de triple acción porque transforman tres sustancias peligrosas, CO/HC/NOx, en sustancias no contaminantes a la vez. Los catalizadores de oxidación / desoxidación se utilizan en la mayoría de los automóviles actuales.)

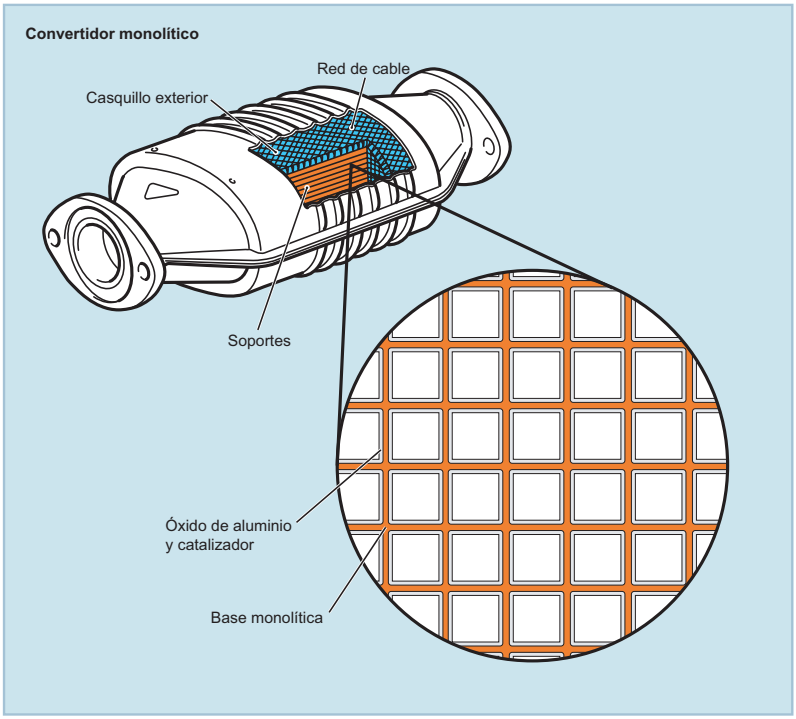


(2) Temperatura de funcionamiento del catalizador

Para el catalizador, la tasa de purificación cambia en función de la temperatura.
Como se muestra en el gráfico, la tasa de purificación se acerca al 100% y purifica el gas de emisión eficazmente cuando la temperatura del catalizador supera los 400 °C.

AVISO:

Los vehículos equipados con un convertidor catalítico deben utilizar gasolina sin plomo porque el plomo se adhiere a la superficie del catalizador y del sensor de oxígeno (sensor O_2). No se podrá alcanzar el efecto adecuado si se utiliza gasolina con plomo.



(3) Catalizador de triple acción

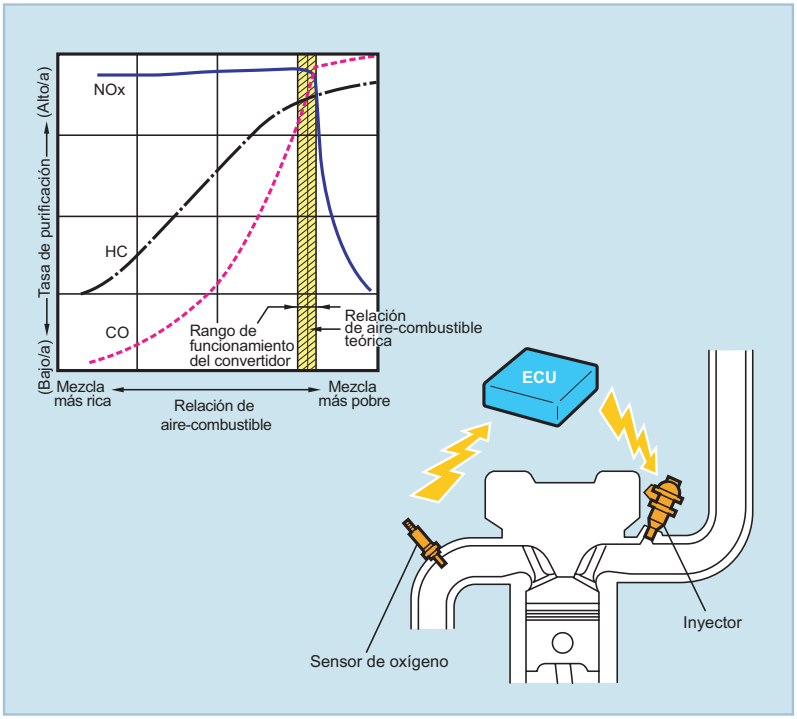
El catalizador de triple acción es un sistema que oxida el CO y el HC en el gas de escape y que, simultáneamente, desoxida el NOx, para purificarlos en CO_2, H_2O y N_2 respectivamente.

Como se muestra en la ilustración, actualmente se utiliza el tipo monolítico.

El óxido de aluminio o las sustancias del catalizador recubren la estructura de rejilla del monolito que dispone de varios agujeros. Las sustancias peligrosas se purifican al pasar a través de los agujeros.

Existen dos tipos de monolitos, de cerámica y de metal. Cuanto más fina sea la rejilla, mejor resultará el proceso de purificación.

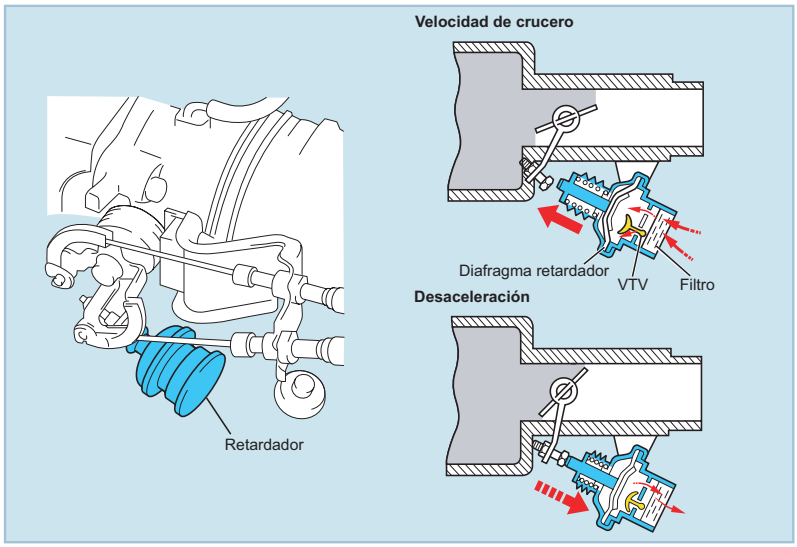
(2/3)



El catalizador de triple acción será más efectivo si se utiliza dentro de la tasa aire-combustible teórica. Por ello, se necesita un sistema de información acerca de la relación de aire-combustible para mantener dicha relación en torno a la relación teórica.

El sistema de información de la relación de aire-combustible detecta el oxígeno del gas de escape mediante un sensor de oxígeno incluido en el colector de escape. A continuación, la ECU del motor ajusta el volumen de inyección de combustible para controlar la relación de aire-combustible constantemente y permitir el funcionamiento adecuado del catalizador de triple acción.

(3/3)



Sistema retardador

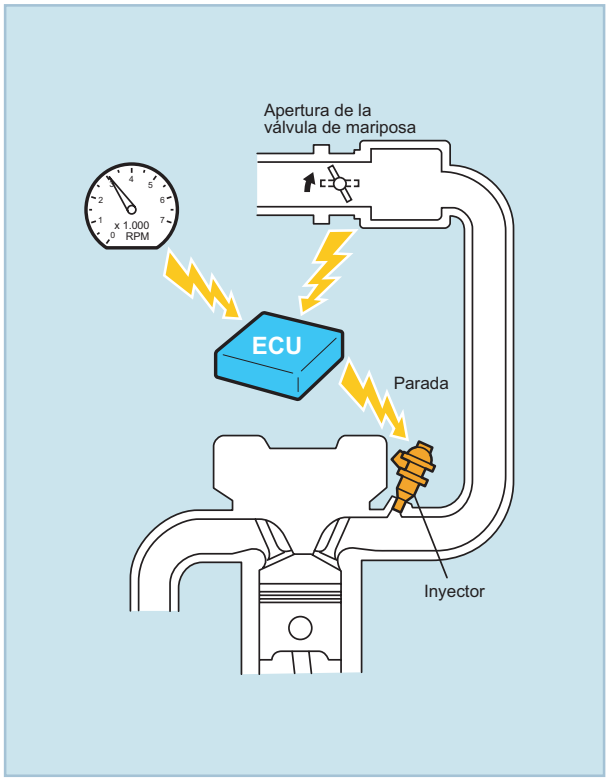
1. Objetivo

Cuando la válvula de mariposa se cierra y el motor está a alta velocidad, se genera un fuerte vacío dentro del colector de admisión. Parte del combustible que se adhiere a las paredes internas del colector se evapora, provocando que la mezcla de aire-combustible se vuelva temporalmente demasiado rica. A la vez, puesto que el volumen de aire de entrada se reduce, sucede una combustión incompleta o un fallo de encendido, resultando en el escape de una gran cantidad de gas no quemado.
Para evitar la combustión incompleta o el fallo de encendido, se utiliza un retardador para evitar que la válvula de mariposa se cierre de forma demasiado repentina.

2. Funcionamiento

En la desaceleración, la articulación de la válvula de mariposa entra en contacto con el retardador. Se provoca así que la válvula de mariposa se cierre lentamente de acuerdo con la resistencia del aire que circula a través de ella.
Cuando la válvula de mariposa está abierta, el retardador regresa a su posición original.

(1/1)



Sistema de corte de combustible en la desaceleración

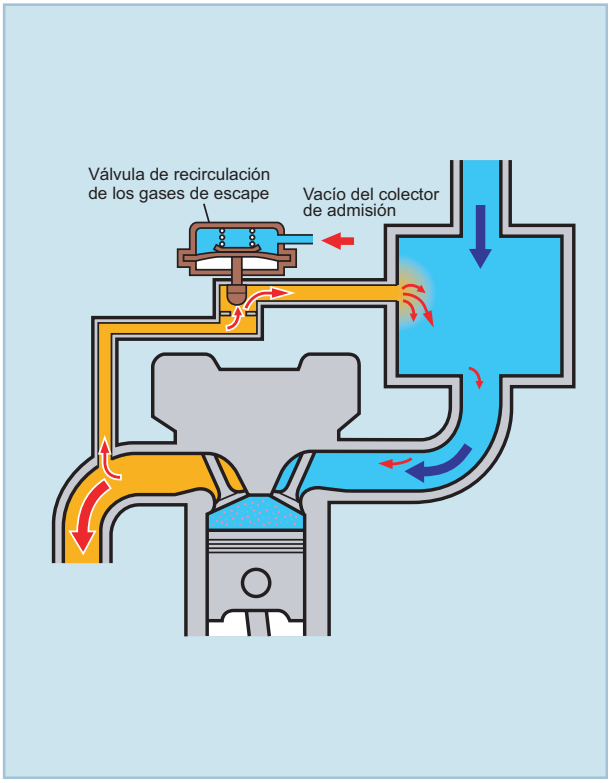
1. Objetivo

Este sistema detiene la inyección de combustible durante la parte de desaceleración de la conducción y disminuye las cantidades de CO y HC.
Evita también que se dé una combustión posterior en el tubo de escape y disminuye eficazmente la cantidad de combustible consumido durante la desaceleración.

2. Funcionamiento

La ECU del motor detiene la inyección de combustible de los inyectores de acuerdo con la velocidad del motor y la apertura de la válvula de mariposa.

(1/1)



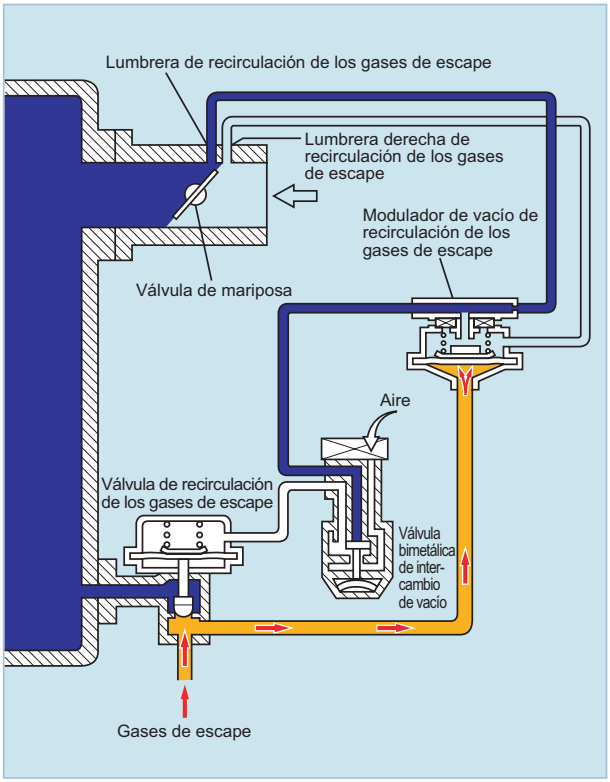
Sistema de recirculación de los gases de escape (Exhaust Gas Recirculation (EGR))

1. Objetivo

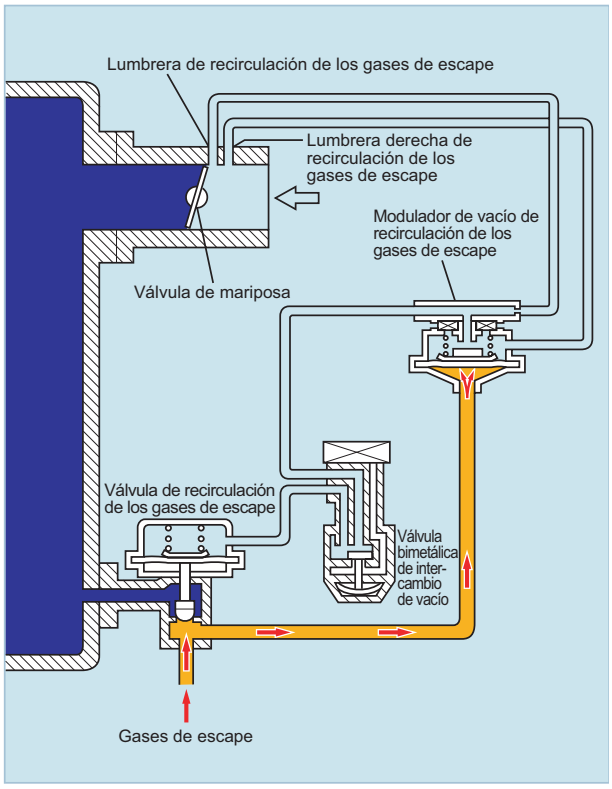
El sistema de recirculación de los gases de escape vuelve a poner en circulación parte de los gases de escape en el sistema del aire de admisión.
La propagación de la llama se reduce durante la combustión cuando los gases de escape se mezclan con la mezcla aire-combustible porque la mayoría de estos gases son gases inertes (incombustibles).
Por otra parte, la temperatura de combustión cae para reducir la generación de NOx porque el gas inerte (incombustible) absorbe el calor que se genera con la combustión.

2. Funcionamiento

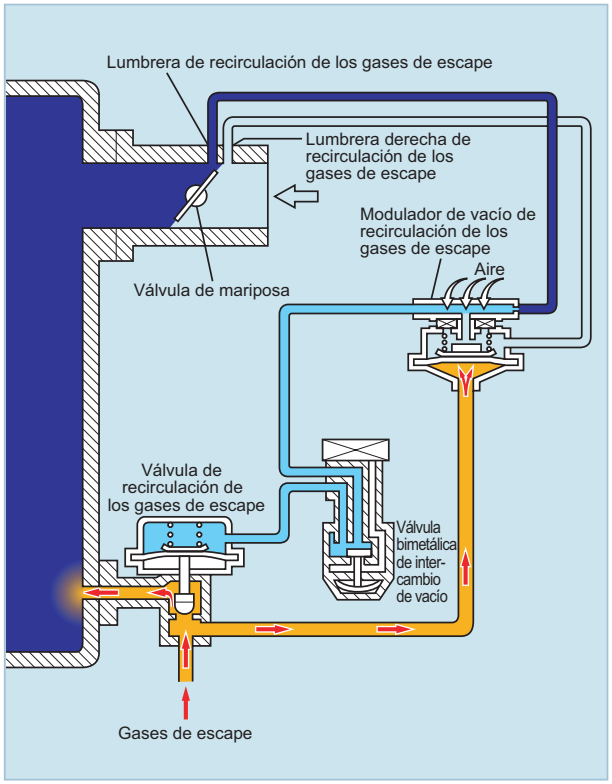
- Cuando se aplica vacío a la válvula de recirculación de los gases de escape, la válvula se abre y se vuelven a poner en circulación los gases de escape.
- El vacío, que hace funcionar la válvula de recirculación de los gases de escape, está controlado de acuerdo con la temperatura del refrigerante del motor o la apertura de la válvula de mariposa para controlar la tasa de recirculación de los gases de escape.



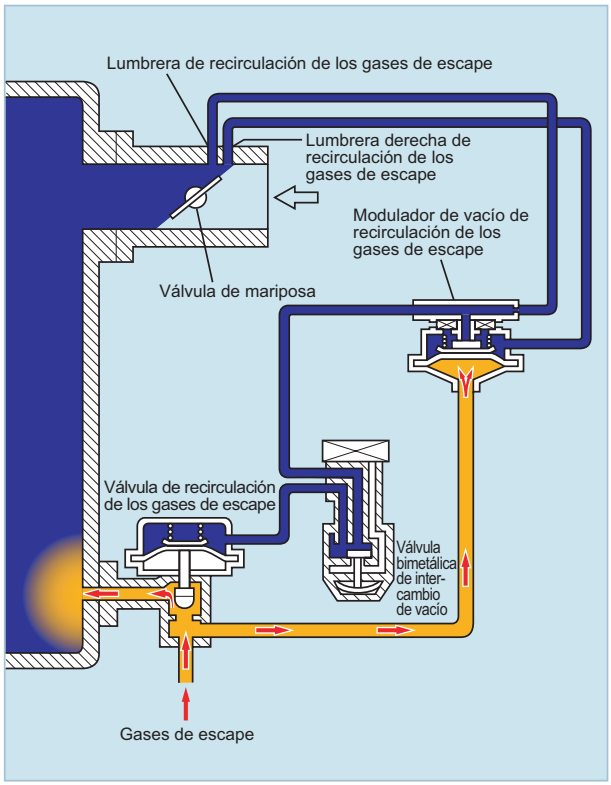
- Motor frío
  La válvula BVSV (válvula bimetálica de intercambio de vacío) se abre hacia la parte de la atmósfera cuando el motor está frío. Por eso, no se vuelve a poner en circulación el gas de escape porque no se aplica vacío a la válvula de recirculación de los gases de escape.



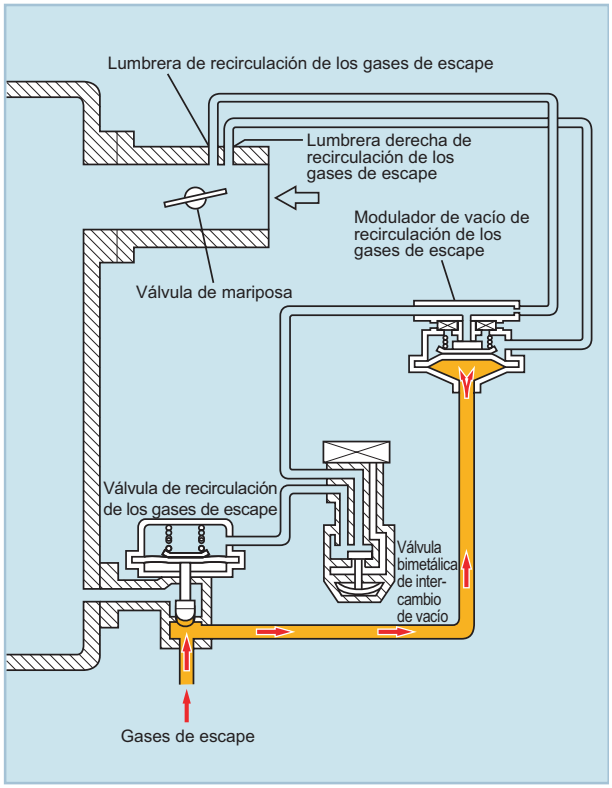
- En ralentí
  No se aplica vacío a la lumbrera de recirculación de los gases de escape. Éste es el motivo por el que el gas de escape no se vuelve a poner en circulación.



- Válvula de mariposa entre la lumbrera de recirculación de los gases de escape y la lumbrera derecha de recirculación de los gases
  El vacío de la lumbrera de recirculación de los gases de escape se aplica a la válvula de recirculación de los gases de escape para abrir la válvula. El vacío se controla mediante un modulador que vuelve a poner en circulación una tasa constante de gas de escape.

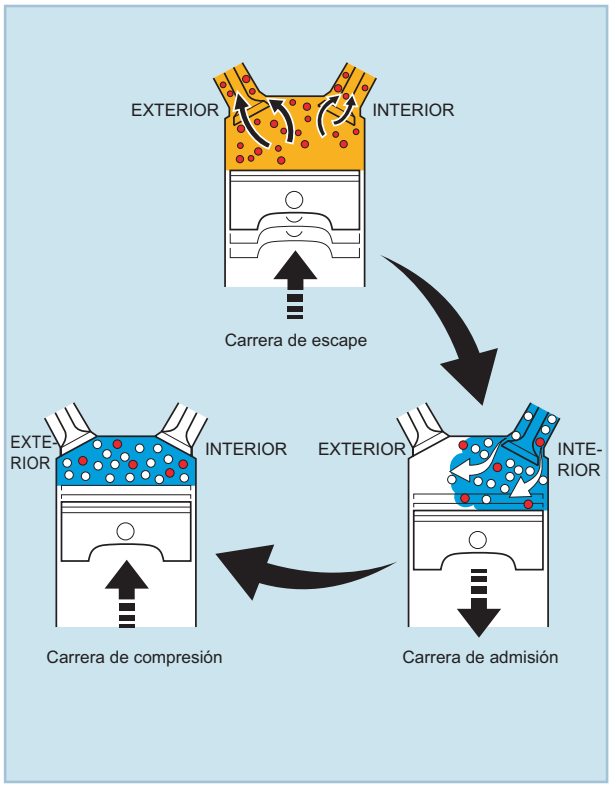


- Apertura de la válvula de mariposa por encima de la lumbrera derecha de recirculación de los gases de escape
  El vacío de la lumbrera de recirculación de los gases de escape se aplica a la válvula de recirculación de los gases de escape para abrir la válvula. A medida que se aplica al modulador el vacío de la lumbrera derecha, el vacío que se aplica a la válvula de recirculación de los gases de escape aumenta para que la apertura de recirculación de los gases de escape sea mayor.



- Válvula de mariposa completamente abierta
  El gas de escape no se vuelve a poner en circulación porque el vacío que se aplica a la válvula de recirculación de los gases de escape con carga completa es menor al vacío que se necesita para que la válvula funcione.

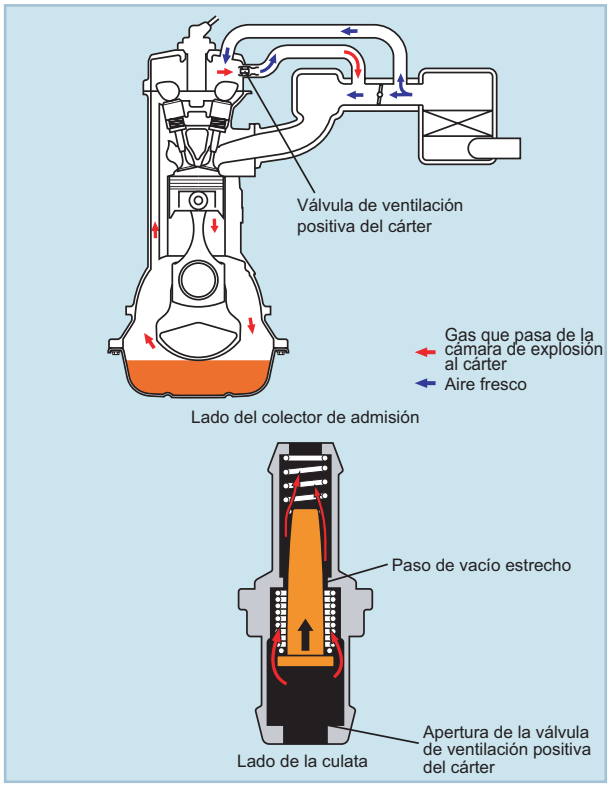
(1/2)



3. Efecto de la recirculación interna de los gases de escape en el sistema inteligente de admisión variable (VVT-i)

Parte del gas de escape se introduce durante la carrera de admisión debido al cruce de las válvulas de admisión y de escape. El sistema inteligente de admisión variable controla la sincronización de la válvula para ajustar activamente la recirculación interna de los gases de escape.
El sistema inteligente de admisión variable abre rápidamente la válvula de admisión y permite que parte del gas de escape regrese de vuelta hacia el lado de admisión cuando se cruza con el final de la carrera de escape.
El efecto de recirculación de los gases de escape se logra al dirigir al mismo tiempo el gas de reflujo y la mezcla de aire-combustible en el cilindro durante la carrera de admisión.
El sistema inteligente de admisión variable modifica la sincronización de la apertura de la válvula mediante la ECU del motor. Consulte el sistema de mando del motor si desea obtener más información.

(2/2)



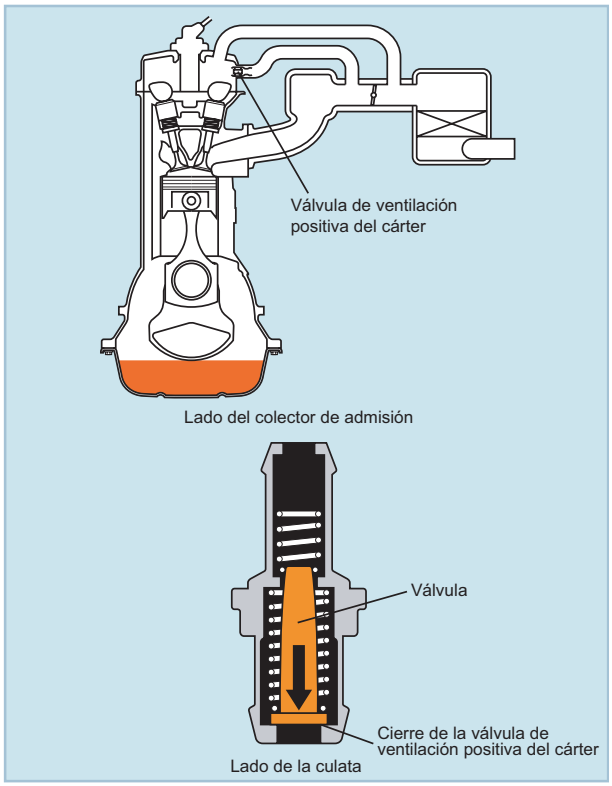
Sistema de ventilación positiva del cárter

1. Objetivo

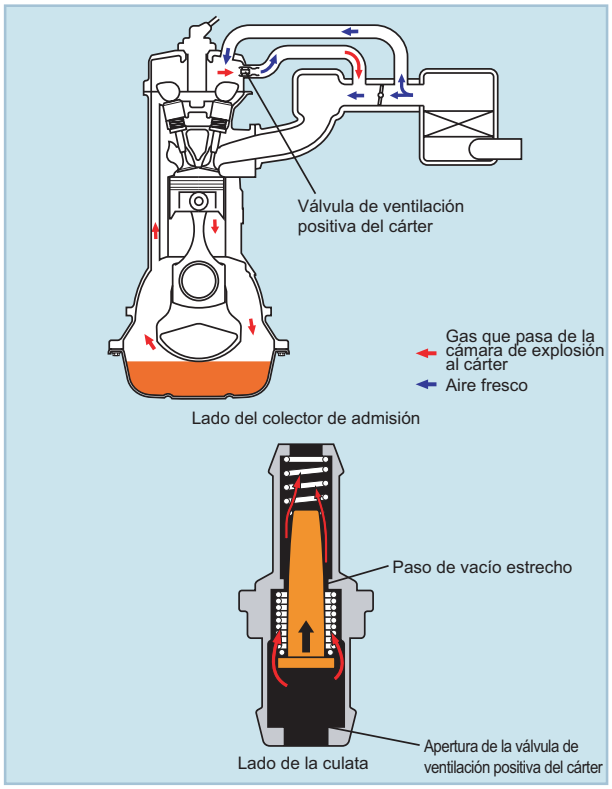
El gas que pasa de la cámara de explosión al cárter incluye una amplia cantidad de gas no quemado que se escapa del hueco entre el anillo del pistón y la pared del cilindro en el cárter. El sistema de ventilación positiva del cárter empuja el gas que pasa de la cámara de explosión al cárter dentro del sistema de admisión de aire y lo vuelve a quemar.
El gas que pasa de la cámara de explosión al cárter circula gracias al vacío del colector de admisión. Por ello, la válvula de ventilación positiva del cárter está instalada entre el colector de admisión y la cubierta de la culata. Por lo general, el volumen generado de gas aumenta cuando la carga del motor es grande (el vacío del colector es pequeño). Por otra parte, el volumen de gas disminuye cuando la carga del motor es pequeña (el vacío del colector es grande).

2. Funcionamiento

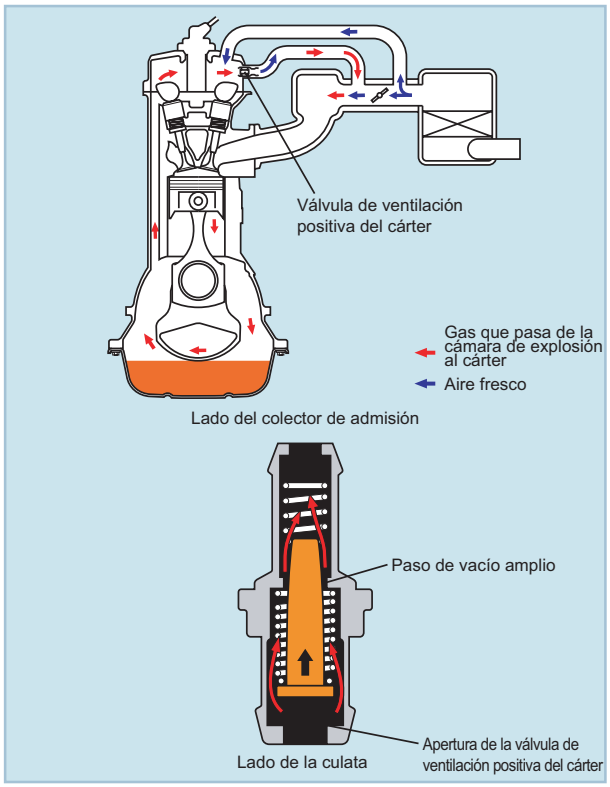
El paso de la válvula se vuelve estrecho porque el volumen generado por el gas que circula de la cámara de explosión al cárter es menor cuando el vacío del colector es grande.



(1) Motor parado:
La válvula se cierra por la fuerza del muelle.

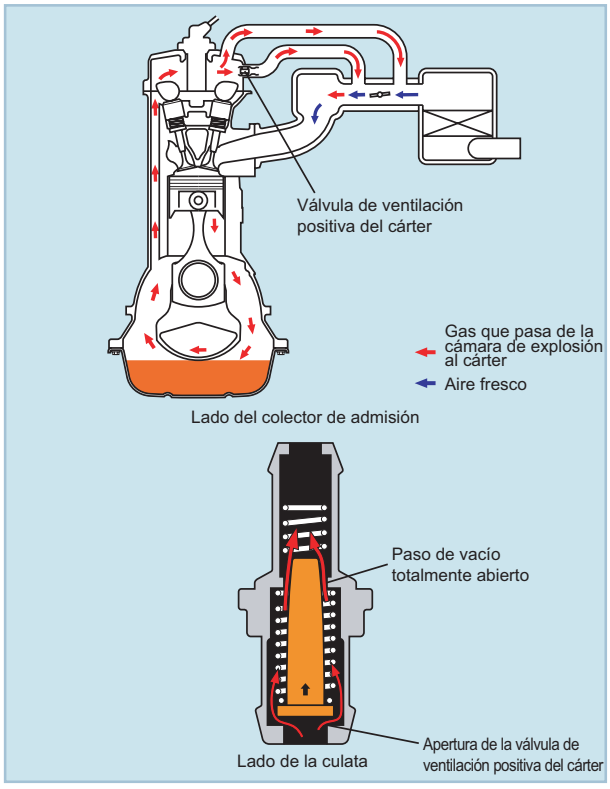


(2) Ralentí o desaceleración:
La válvula se introduce más debido a la fuerza del vacío.
El paso de vacío es estrecho y la cantidad de gas que circula de la cámara de explosión al cárter es pequeña.



(3) Funcionamiento normal:

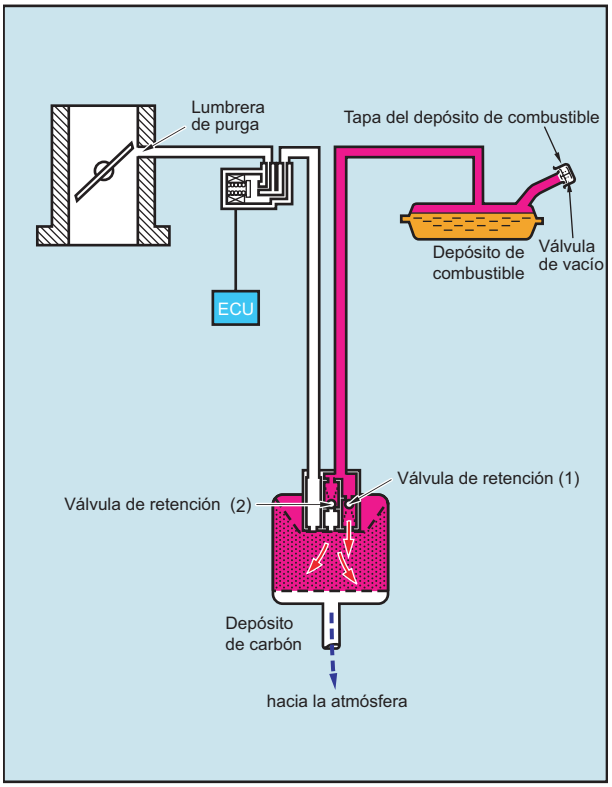
El paso de vacío es más amplio que en el momento del ralentí o de la desaceleración porque el vacío es normal.



(4) Aceleración o alta carga:

La válvula está abierta incluso si hay un pequeño vacío para abrir el paso hasta su ancho completo. Parte del gas se inserta desde la cubierta de la culata hasta la parte delantera de la válvula de mariposa (lado del depurador de aire) cuando la cantidad real de gas generado es superior a la del gas que pasa a través de la válvula de ventilación positiva del cárter.

(1/1)



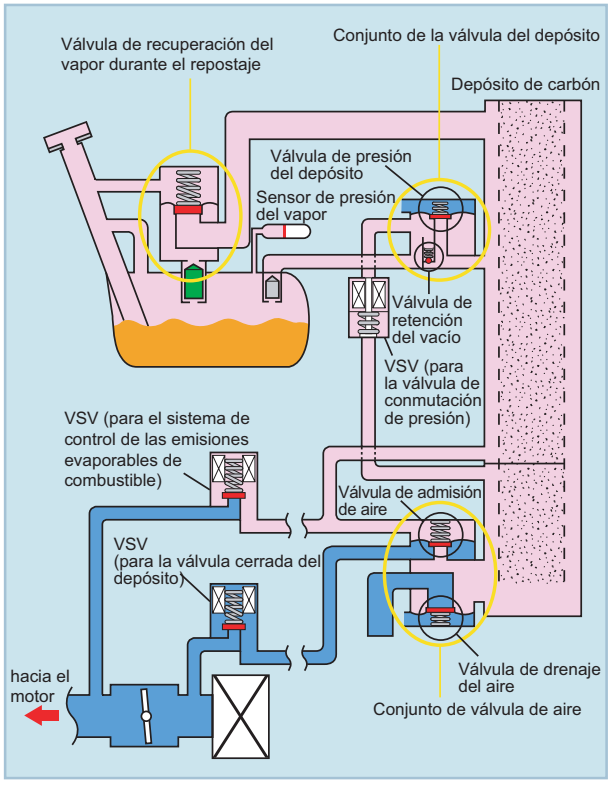
Sistema de control de emisiones evaporables de combustible (Evaporative Emission Control (EVAP))

1. Objetivo

El sistema de control de las emisiones evaporables de combustible absorbe temporalmente el gas evaporado en el depósito de carbón y lo encauza hacia el motor para su combustión, para evitar que el combustible, que se evapora del depósito de combustible, se escape a la atmósfera.

2. Funcionamiento

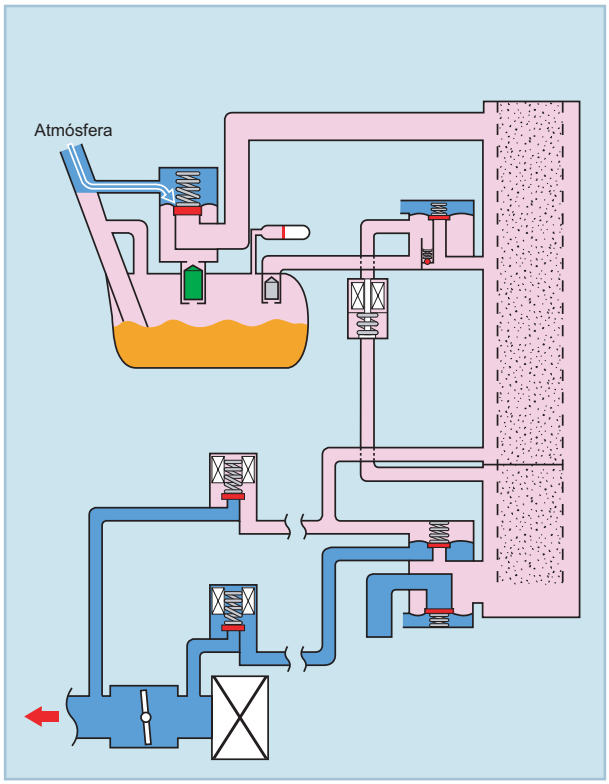
El gas evaporado que se genera en el depósito de combustible abre la válvula de retención (1) y circula en el depósito.
El carbón absorbe el gas evaporado en el depósito. El gas absorbido se introduce desde la lumbrera de purga del cuerpo de la válvula de mariposa en el cilindro para su combustión mientras el motor está en funcionamiento. En algunos modelos, la ECU del motor controla el flujo de gas mediante el control de la apertura de la válvula de intercambio de vacío (para el control de las emisiones evaporables de combustible).
La válvula de retención (2) y la válvula de vacío de la tapa del depósito de combustible se abre para insertar el aire del exterior dentro del depósito cuando se hace el vacío en la parte interior del depósito (porque la temperatura exterior es baja, etc.).



REFERENCIA

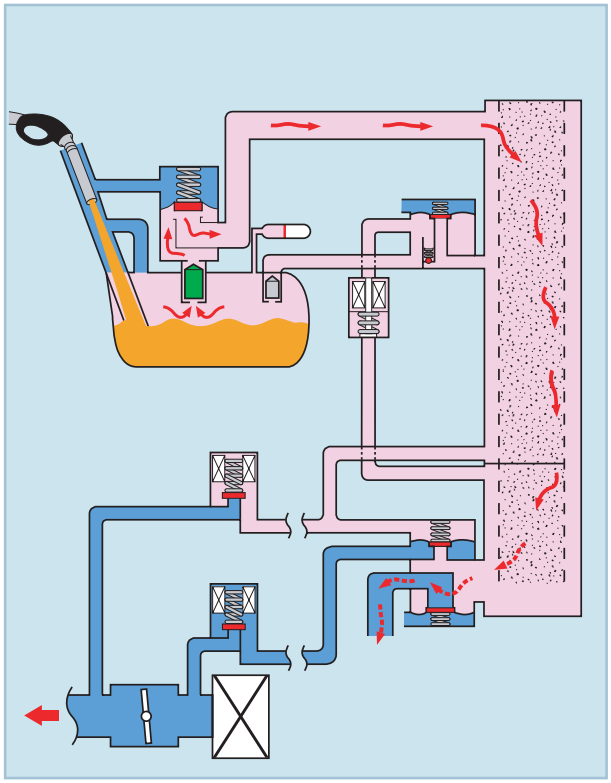
Sistema de control de las emisiones evaporables de combustible en los modelos norteamericanos

Los modelos norteamericanos disponen de una función que evita que el combustible evaporado se escape durante el repostaje, absorbiéndolo temporalmente en el depósito de carbón.
Se dispone también de una función de diagnóstico.



Funcionamiento

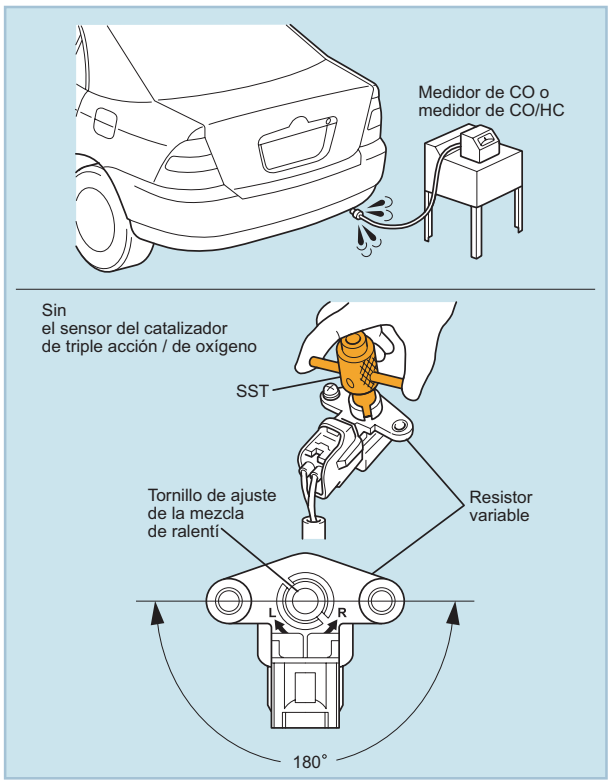
- **En la apertura de la tapa del depósito de combustible**
  El aire del exterior se introduce en la cámara situada en la parte superior de la válvula de recuperación del vapor durante el repostaje (ORVR).



- **Durante el repostaje**
  La válvula de recuperación del vapor se abre y el gas evaporado se aspira en el depósito cuando la presión en el depósito aumenta debido al repostaje.

(1/1)

Inspección y ajuste de CO/HC



Inspección y ajuste de CO/HC

1. Objetivo

- Determinación de las condiciones del motor.
  Midiendo el CO/HC, es posible determinar las condiciones del motor, incluida la eficacia de la tasa aire-combustible y el funcionamiento del sistema de control de las emisiones.
  Se puede determinar que el motor y el sistema de control de las emisiones son normales cuando las cantidades de CO y de HC están dentro de los valores normales y que el motor funciona con regularidad.
  Cuando el motor no funciona con regularidad o cuando los niveles de HC son elevados es probable que el motivo sea un fallo del encendido.
  Los motivos de un fallo de encendido son una relación inadecuada de aire-combustible, compresión insuficiente, problemas del sistema de encendido o del sistema de control de emisiones, etc.
- Para cumplir con la normativa.

2. Con el sensor del catalizador de triple acción / de oxígeno

- No es necesario ajustar el nivel de CO porque el sistema de mando del motor aumenta y disminuye el volumen de inyección de combustible que sale del inyector para ajustar la relación de aire-combustible y que concuerde con el valor de aire-combustible teórico, mediante la señal del sensor de oxígeno.
- La mayoría del CO y HC queda purificado por el catalizador de triple acción incluso si sucede algún fallo de encendido.
- Cuando se detecta CO y HC, éstas son las posibles causas: Insuficiente o inadecuado calentamiento del catalizador de triple acción, mezcla de aire-combustible demasiado rica o alta tasa de fallos de encendido.

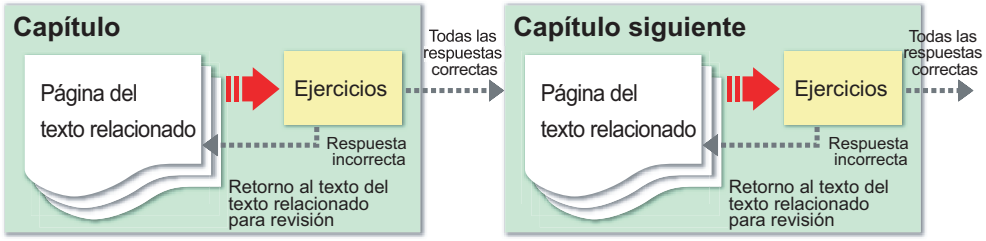
3. Sin el sensor del catalizador de triple acción / de oxígeno

- Es necesario ajustar el nivel de CO dentro del valor estándar para cumplir con las normativas y utilizar el motor en buenas condiciones.
- La mezcla de aire-combustible se define como rica cuando la concentración de CO/HC es alta y el motor funciona con regularidad.
  Es necesario ajustar la concentración de CO para mantener los gases de emisión limpios, incluso si el motor funciona con mayor regularidad cuando la concentración de CO es superior al valor recomendado.
- Cuando la concentración de CO es demasiado baja, la concentración de HC es alta y el motor no puede funcionar con regularidad, llegándose a dar fallos del encendido.

(1/1)

Ejercicio

Los ejercicios le permitirán comprobar su nivel de asimilación del material de este capítulo. Después de hacer cada ejercicio, el botón de referencia le llevará a las páginas relacionadas. Si obtiene una respuesta incorrecta, vuelva al texto para revisar el material y encontrar la respuesta correcta. Una vez contestadas todas las preguntas correctamente, pasará al capítulo siguiente.



Pregunta- 1

Marque cualquiera de las siguientes afirmaciones como Verdadero o Falso.

No.	Pregunta	Verdadero o falso	Respuestas correctas
1	El sistema de control de emisiones reduce los gases peligrosos que emite el automóvil.	○ Verdadero ○ Falso	
2	El área en la que se produce el efecto del movimiento ascendente del pistón absorbe la turbulencia que se genera en el cilindro para permitir una buena combustión de la mezcla aire-combustible.	○ Verdadero ○ Falso	
3	La lumbrera de la turbulencia curva la lumbrera de admisión y genera turbulencias en la mezcla de aire-combustible dentro del cilindro para permitir una buena combustión de la mezcla de aire-combustible.	○ Verdadero ○ Falso	
4	El depósito de carbón absorbe temporalmente el combustible evaporado y, a continuación, lo envía al motor donde se que morá.	○ Verdadero ○ Falso	

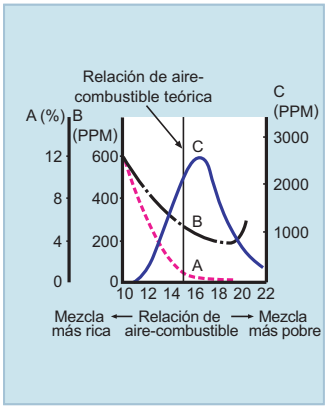
Pregunta- 2

¿Cuáles de los componentes químicos (CO, HC, NOx) del siguiente gráfico hacen referencia a A, B y C? Seleccione la letra en la siguiente tabla.

- **A y B se generan a causa de una combustión incompleta, cuando la relación de aire-combustible es rica.**
- **B aumenta a causa de un fallo de encendido cuando la relación de aire-combustible es demasiado pobre.**
- **C alcanza su valor máximo cuando la relación de aire-combustible es ligeramente más pobre que la mezcla de aire-combustible teórica.**

○ 1. A: CO
B: HC
C: NOx

○ 2. A: NOx
B: CO
C: HC

○ 3. A: HC
B: NOx
C: CO

○ 4. A: NOx
B: HC
C: CO